

## **De la production fruitière intégrée à la gestion écologique des vergers aux Antilles**

Lavigne C.<sup>1,2</sup>, Lesueur-Jannoyer M.<sup>1,2</sup>, de Lacroix S.<sup>3</sup>, Chauvet G.<sup>3</sup>, Lavigne A.<sup>4</sup>, Duféal D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CIRAD, Unité HortSys, Pôle de Recherche Agro-environnementale de la Martinique, Petit Morne, 97285 Lamentin, Martinique

<sup>2</sup> CIRAD Unité HortSys, TA-B103 PS4, Boulevard de la Lironde, Montpellier 34398, France

<sup>3</sup> SECI du Conseil Général, Val d'Or, 97227 SAINTE ANNE, Martinique

<sup>4</sup> FREDON, Route du Lycée Agricole, Croix Rivail, 97224 DUCOS, Martinique

Correspondance : christian.lavigne@cirad.fr

### **Résumé**

La forte anthropisation aux Antilles françaises, la pression des monocultures de banane et de canne à sucre, et l'usage immodéré de pesticides, ont abouti à la pollution persistante d'une partie importante des sols de la SAU ainsi que des eaux de rivière et des nappes phréatiques. Si, dans les dix dernières années, la recherche de moyens de lutte biologique contre les insectes a été prioritaire, la lutte contre les adventices continue d'être un problème central pour les arboriculteurs qui ne peuvent pas financièrement substituer complètement les fauchages mécaniques à l'utilisation fréquente d'herbicides. Le Cirad porte maintenant ses efforts sur l'introduction de plantes de couverture, graminées et légumineuses, dans des systèmes de culture innovants où les arbres fruitiers, le couvert herbacé et les animaux peuvent être associés de manière judicieuse pour une gestion écologique de la parcelle. Chacune des trois composantes est choisie pour apporter une meilleure durabilité au système.

**Mots-clés :** Systèmes de culture agro-écologiques, cultures pérennes, association verger-pâturage, durabilité

### **Abstract: From integrated fruit production to ecological orchards management in the French West Indies**

The strong human impact in the French Antilles, the pressure of monocultures of banana and sugar cane, and the overuse of pesticides, led to the persistent pollution of a large part of the UAA soils, of river water and groundwater. If, in the last ten years, the methods to controlling insects have been a priority, the ongoing fight against weeds remains a central problem for growers who cannot fully substitute, for economical reasons, the frequent use of herbicides by mechanical mowing techniques. CIRAD is now working on the introduction of cover crops, grasses and legumes, in innovative cropping systems in which the fruit trees, the cover crop and the animals may be associated wisely for an ecological management of the field. All three components are selected to provide durability to the system.

**Keywords :** friendly cropping systems, perennial crops, association orchard-livestock, sustainability

## Introduction

Dans un milieu insulaire comme aux Antilles, à forte densité de population (380 habitants/km<sup>2</sup> à la Martinique), à PNB élevé (21 000 euros/habitant) et à seulement 25 000 ha de S.A.U., la pression de l'agriculture sur l'environnement est forte et se manifeste par une pollution importante des sols, des eaux de surface et des nappes (Ollagnier et Vittecoq, 2007).

Le CIRAD s'est attaché depuis une dizaine d'années à réduire l'impact environnemental des productions fruitières, en adoptant le concept de production intégrée : « un système de production économique de fruits de haute qualité donnant la priorité aux méthodes écologiquement plus sûres, minimisant les effets secondaires et l'utilisation de produits agrochimiques, afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine » (OILB, 1997). L'utilisation de variétés adaptées aux conditions édapho-climatiques et de porte-greffe tolérants aux pressions parasitaires est une première étape. La mise au point de pratiques agronomiques permettant de répondre aux contraintes du marché pour un approvisionnement plus régulé en fruits de qualité est une deuxième étape. La troisième étape s'attache à réduire l'utilisation des herbicides par des pratiques agro-écologiques.

Les conditions climatiques en milieu tropical humide (1250 à 5000 mm de pluie par an relativement bien répartie sur l'année, des moyennes de 20°C le matin à 30°C en journée) sont favorables à la croissance des bio-agresseurs en général et des adventices en particulier. Si les problèmes de parasitisme et de ravageurs ont été jusqu'ici au cœur des recherches en production fruitière intégrée, la gestion de l'enherbement reste une difficulté centrale, résolue par l'application d'herbicides. La diminution des volumes d'herbicides, qui constituent une part importante des pesticides appliqués, est un objectif important dans les systèmes de culture intensifs pérennes, comme les vergers. La présence de résidus d'herbicides dans les cours d'eau des zones à forte activité agricole est récurrente, en particulier le glyphosate et son métabolite l'AMPA (acide amino-méthyl-phosphonique). De plus, la conduite des vergers sur sols nus est responsable de problèmes majeurs d'érosion et de lessivage (Hipps et Samuelson, 1991).

L'intégration de l'ensemble des résultats aboutit à des systèmes plus durables et plus diversifiés.

## Des espèces, des variétés de fruitiers et des pratiques adaptées aux conditions de l'exploitation (sol et climat)

Le choix de la culture à mettre en place dans une zone climatique donnée est évidemment fondamental, car il engage l'exploitant pour de nombreuses années. Si les avocats ou les agrumes sont à placer sur sols filtrants ou en zone sèche irriguée, les ramboutans, les abricots des Antilles ou les fruits à pain sont à réserver aux zones plus humides. Les mangues ou les annones peuvent être produites dans des conditions plus difficiles (sans irrigation, sol lourd, ...).

Pour chaque espèce, les variétés peuvent avoir des tolérances très variables aux ravageurs, comme la goyave Beaumont, écartée de la liste des cultivars utilisés du fait de sa grande sensibilité au champignon *Pestalotiopsis* sp., ou comme les agrumes plus ou moins sensibles au virus de la Tristeza. Le greffage peut permettre de s'affranchir de ces sensibilités. Le goyavier (*Psidium guajava*), greffé sur la coronille (*Psidium friedrichthalianum*), est rendu tolérant au nématode *Meloidogyne mayaguensis* (Marin et al., 2000). Les agrumes greffés sur *Citrus volkameriana* sont tolérants au *Phytophthora*. Le maracudja (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) greffé sur pomme liane (*P. laurifolia*) confère une tolérance au complexe fongique de la pourriture du collet.

La culture sur butte pour réduire les excès d'humidité, une nutrition équilibrée, l'utilisation de plantes pièges pour détourner les ravageurs et bien sûr l'utilisation d'auxiliaires sont d'autres techniques qui peuvent être utilisées.

La maîtrise de la taille du goyavier permet un étalement de la production et un écoulement plus régulier de la production vers les industries de transformation, tout en conservant des rendements élevés (Lavigne et al., 2007).

Une sélection clonale participative de l'abricot des Antilles (*Mammea americana*) a abouti à la mise à la disposition des agriculteurs d'une dizaine de variétés de grande qualité organoleptique et commerciale : brix élevé, noyau non adhérent, arômes (Gervais et Lavigne, 2007). Cette espèce, originaire du bassin caribéen, est parfaitement adaptée au complexe sol/climat/ravageurs et à une culture écologique.

## Une production sans herbicide

Au niveau économique, le contrôle des adventices est un des postes importants de dépenses en main d'œuvre pour l'agriculteur. L'ensoleillement étant important et permanent sur une grande partie de la parcelle, et le rythme des interventions étant lié à la vitesse de croissance de l'adventice la plus agressive, huit à dix interventions annuelles sont la règle. Par ailleurs, les vergers occupent généralement les zones les plus pentues et les moins mécanisables de l'exploitation. Compte tenu de la topographie difficile des parcelles, deux options s'offrent à l'exploitant :

- le fauchage à la débroussailleuse, trop coûteux.
- le désherbage chimique, dommageable pour l'environnement

Une des alternatives les plus prometteuses pour réduire l'application d'herbicides ou les fauchages mécaniques consiste à associer une couverture vivante à une culture principale adaptée au climat (Firth et Wilson, 1995). Cette couverture vivante doit être facile à contrôler mécaniquement, suffisamment agressive pour supplanter les adventices, sans pour autant concurrencer la culture principale.

### *Choisir une plante de couverture : une approche multicritère*

Le premier critère de sélection d'une couverture vivante est sa capacité à recouvrir rapidement le sol afin de contrôler les adventices lors de son installation. Pour des systèmes de culture ayant une longévité importante tels que les vergers, la capacité de la couverture vivante à persister sur le long terme est également très importante. D'autres critères sont également recherchés afin de rendre la plante de couverture compatible avec les impératifs techniques des agriculteurs. Les qualités attendues d'une plante de couverture sont :

- compatibilité avec la circulation des véhicules et du personnel (hauteur, résistance au piétinement et au roulage),
- non volubile ou faiblement volubile,
- tolérance à la fauche ou à d'autres formes de rabattage
- appétibilité en cas d'association avec des animaux

Afin de concevoir des systèmes de culture performants, la compétition pour l'eau et les éléments minéraux entre les plantes de couverture et la culture principale doit être minimale pour ne pas affecter le rendement de la culture principale. Pour réduire ces compétitions, l'utilisation de légumineuses fixatrices de l'azote atmosphérique, ainsi que l'adoption de modes de gestion qui permettent de limiter ces compétitions sont à privilégier.

L'évaluation du comportement d'espèces choisies de légumineuses (Fabaceae) et de graminées (Poaceae) a donc été le point de départ d'une sélection de plantes destinées à être associées à une culture de rente. L'accent a été mis sur la mesure du taux de couverture du sol à court terme, sur la dynamique de croissance de l'espèce et sa relation avec l'évolution de la biomasse et sur les quantités d'éléments minéraux mobilisés. Ces critères permettent d'évaluer les traits fonctionnels recherchés.

L'évaluation multicritère des plantes de couverture est réalisée sur la base de mesures expérimentales. Une vingtaine de plantes de couverture (Tableau 1), indigènes (Fournet, 2002) ou introduites, ont été évaluées sur leur capacité à couvrir le sol, à maintenir cette couverture à moyen terme (9 mois) et à tolérer un entretien par fauchage. Cette évaluation a été réalisée sur sols brun rouille à halloysite. Les espèces concernées couvrent une large gamme de traits fonctionnels en relation avec leur fonction de couverture, permettant ainsi d'acquérir des connaissances génériques sur la relation entre plante de couverture et arbre fruitier. Le recouvrement a été évalué en utilisant la notation sur l'échelle CEB (Tableau 2) (Marnotte, 1984).

**Tableau 1** : Plantes de couverture évaluées pour une association avec des vergers

<i>Brachiaria decumbens</i> , graminée fourragère couramment utilisée dans les pâturages de Martinique
<i>Paspalum notatum</i> cv. Pensacola, graminée présente dans la flore martiniquaise, et utilisée pour la réalisation de pelouses
<i>Paspalum wettsteinii</i> , graminée exogène
<i>Paspalum notatum</i> cv. Common, graminée locale utilisée pour les gazons
<i>Urochloa mosambicensis</i> cv. Saraji, graminée exogène
<i>Cynodon dactylon</i> , graminée présente dans la flore martiniquaise, et utilisée pour la réalisation de pelouses
<i>Bothriochloa pertusa</i> , graminée locale
<i>Axonopus affinis</i> , graminée présente à la Martinique (gazon créole)
<i>Neonotonia wightii</i> cv. Cooper, légumineuse exogène en cours d'évaluation
<i>Stylosanthes hamata</i> cv. Amiga, légumineuse appartenant à la flore locale
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Oxley, légumineuse utilisée pour les pâturages
<i>Stylosanthes capitata/macrocephala</i> cv. Campo Grande, légumineuse, genre présent, espèce exogène
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> , légumineuse exogène, genre présent
<i>Pueraria phaseoloides</i> cv. Common, légumineuse présente dans la flore locale et largement utilisée comme plante de couverture en zone tropicale, principalement en agroforesterie, sur plantations pérennes (hévée, palmier...)
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> cv. Wynn, légumineuse exogène, utilisée pour améliorer les pâturages
<i>Macroptilium atropurpureum</i> cv. Aztec présente dans la flore locale (Siratro)
<i>Macroptilium bracteatum</i> , légumineuse, genre présent, espèce exogène
<i>Centrosema pascuorum</i> cv. Bundey, légumineuse, genre présent, espèce exogène
<i>Aeschynomene americana</i> cv. Lee, légumineuse, espèce présente
<i>Crotalaria juncea</i> cv. IAC1, légumineuse, espèce présente
<i>Crotalaria spectabilis</i> , légumineuse, espèce présente
<i>Dichondra repens</i> , convolvulacée exogène ne nécessitant pas de tonte et supportant l'ombrage

Tableau 2 : Echelle CEB (Commission des Essais Biologiques)

Note	pourcentage de recouvrement	Abondance
1	1	Espèce présente mais rare
2	7	Moins de 1 individu par m <sup>2</sup>
3	15	Au moins 1 individu par m <sup>2</sup>
4	30	30% de recouvrement
5	50	50% de recouvrement
6	70	70% de recouvrement
7	85	Fort recouvrement
8	93	Très peu de sol apparent
9	100	Recouvrement total

### Hauteur du couvert

Les caractéristiques requises pour l'utilisation d'une couverture vivante sont aussi d'ordre pratique. Une importante hauteur de couvert est une caractéristique négative pour la circulation de la main d'œuvre et des véhicules. Les exploitants estiment que la hauteur de la végétation doit être inférieure à 30-35 cm pour permettre une bonne circulation dans la parcelle (Figure 1).

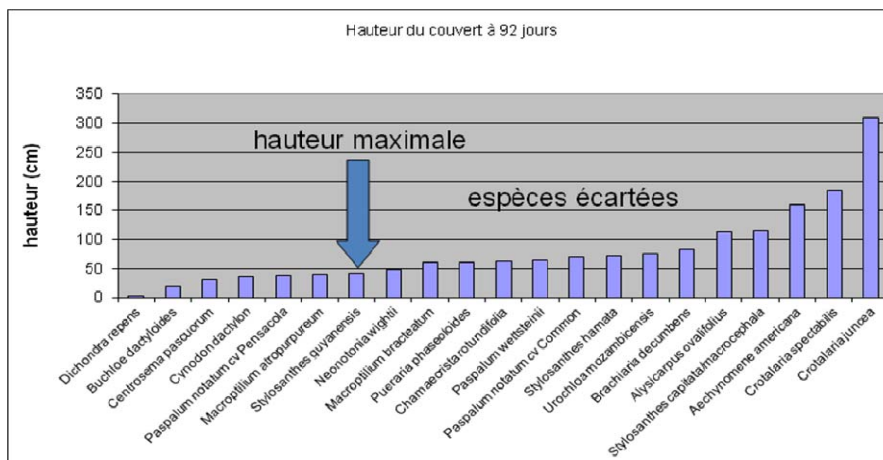


Figure 1 : Hauteur de la strate herbacée après 3 mois.

### Repousse après une fauche

En culture pérenne ou semi-pérenne, il est nécessaire de faucher périodiquement la couverture herbacée, avant certains actes techniques qui exigent que la parcelle soit facilement praticable, comme la récolte, par exemple. Cette strate herbacée doit donc être capable de se régénérer après une telle opération (Figure 2). Les espèces qui ne supportent pas l'opération de fauche doivent être éliminées de la sélection.

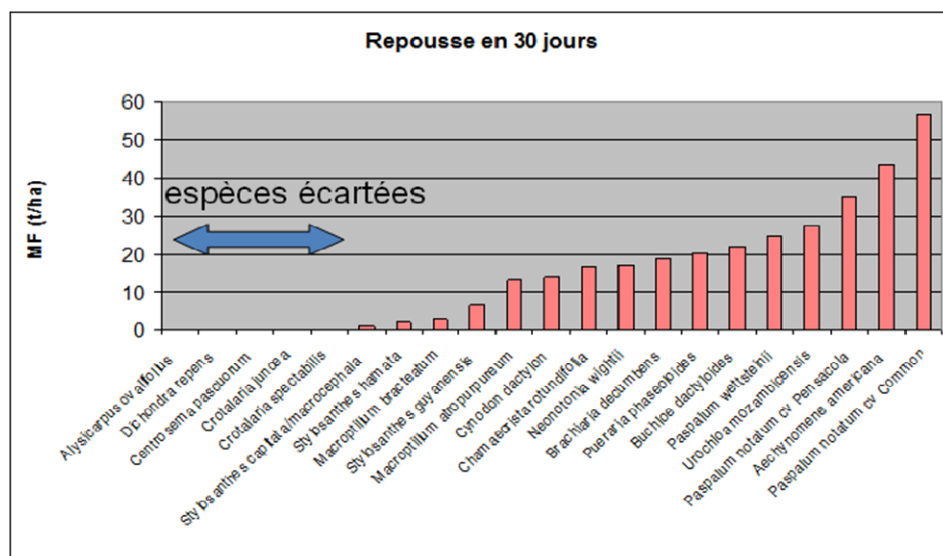


Figure 2 : Biomasse produite 1 mois après fauche (t/ha)

### Biomasse produite en fonction du taux de recouvrement

Si l'on associe la biomasse et le taux de recouvrement (Figure 3), on constate que les plantes de couverture les plus intéressantes pour les vergers sont celles qui présentent une vitesse de recouvrement rapide tout en gardant une biomasse faible, pour arriver à occuper le terrain avant les adventices sans gêner la culture principale.

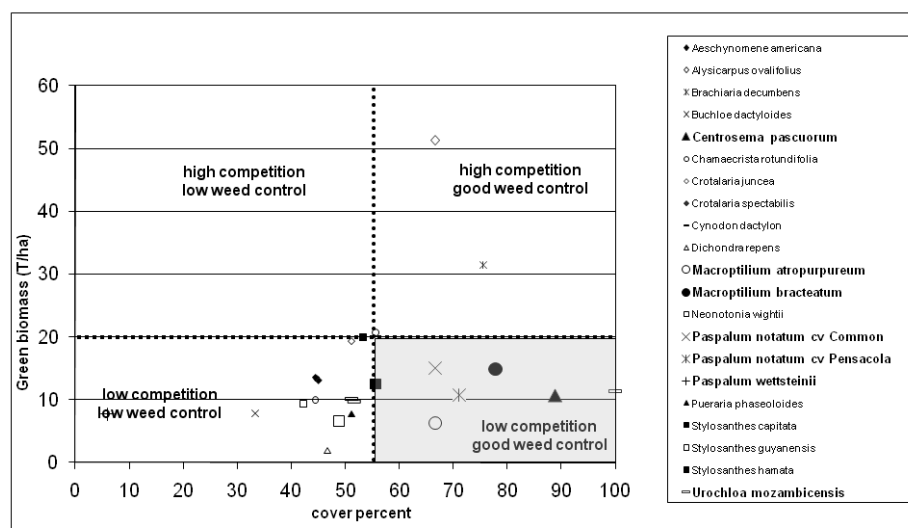


Figure 3 : Biomasse fraîche et taux de recouvrement à 10 semaines

### Efficacité du contrôle des adventices

L'évolution du nombre d'espèces adventices présentes pendant la phase d'installation de la plante de couverture, ainsi que la biomasse atteinte par ces adventices montrent l'efficacité de la couverture herbacée. *Neonotia wightii* (Soja pérenne) et *Macropitium atropurpureum* (Siratro) montrent un bon contrôle des adventices (Figure 4), mais la volubilité de ces espèces doit être soigneusement évaluée, afin de s'assurer de pouvoir maîtriser l'envahissement des arbres par ces plantes de service sur le long terme.

Cependant, les résultats de cette expérimentation doivent être examinés avec beaucoup de précaution, ils sont valables pour les conditions de mise en place : type de sol et nature des adventices présentes, densité de semis, période d'installation... Les expérimentations devront être renouvelées pour chaque zone climatique.

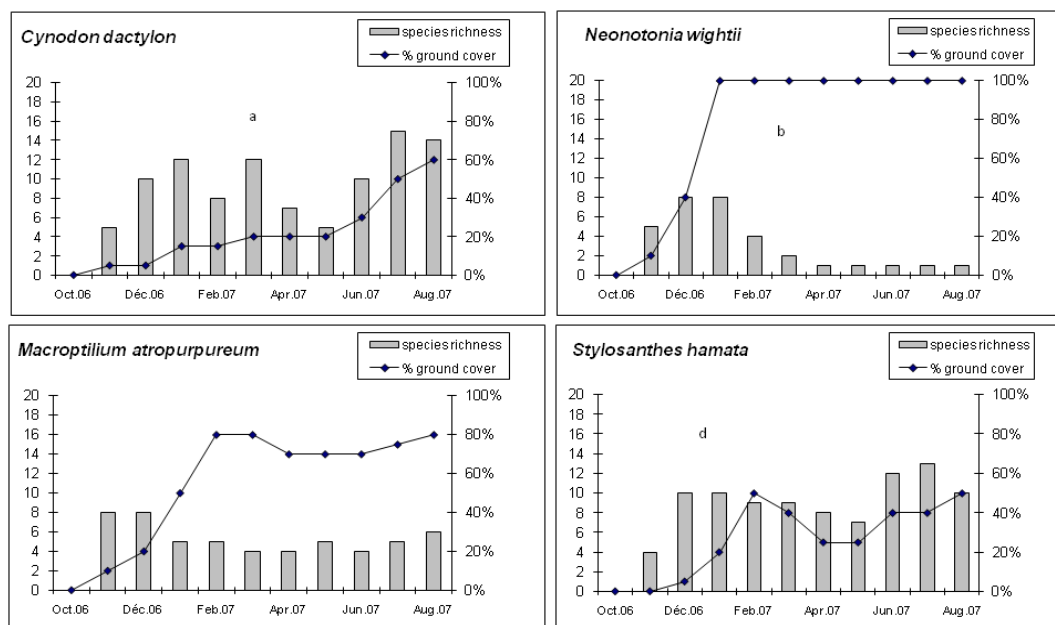


Figure 4 : Capacité de contrôle des adventices

Compte tenu des exigences du cahier des charges et des caractéristiques de chacune des espèces évaluées, une seule espèce de plante de couverture ne sera pas en mesure de contrôler efficacement l'enherbement des vergers. Pour y arriver, des associations et/ou des successions de plusieurs espèces herbacées sont à l'étude.

### *Associer verger et animaux sur la même parcelle : une approche complexe*

Le contrôle de la plante de couverture associée est ensuite une question qui doit être soulevée : le fauchage est la solution la plus simple, mais il devrait être réalisé à une fréquence plus faible que pour un couvert spontané (2 à 3 fois par an au lieu de 8 à 10). Une association avec des animaux en parcours libre qui consommeront la biomasse peut également être envisagée. Le choix des espèces animale et végétale associées devra être judicieux pour que les animaux n'aient pas un effet négatif sur le verger.

Les systèmes de culture associant vergers et animaux ont été évalués avec deux exemples :

- annonacées et moutons (collaboration SECI, Station d'Essai en Cultures Irriguées du Conseil Général de la Martinique)
- goyaviers et volailles (collaboration FREDON, Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles)

Dans ces expérimentations, la strate herbacée des vergers est constituée par la végétation spontanée.

### Intégration des ovins dans les vergers

De telles associations sont connues en milieu tropical quand l'espèce végétale ne peut pas subir de préjudice de l'espèce animale : bovins ou ovins dans une parcelle adulte de cocotiers ou d'hévéas, par exemple (Arope et al., 1985, Dalla Rosa, 1993). Quand les végétaux risquent d'être consommés par les animaux, l'association est plus difficile. Les arbres peuvent être protégés par des barrières physiques, mais ce système est coûteux et peu pratique. L'association entre agrumes et ovins est étudiée à Cuba (Mazorra, 2006) en provoquant une aversion pour les feuilles d'agrumes par du chlorure de lithium ou du sirop d'ipécacuana. Nous avons choisi d'associer des moutons à une culture qu'ils ne consomment pas : les annonacées fruitières. Les moutons peuvent être associés à d'autres cultures non appétibles comme les taros (*Colocasia* sp., *Alocasia* sp., *Xanthosoma* sp.).

Les moutons ont été intégrés dans un verger d'annonacées fruitières (*Annona squamosa*, *A. reticulata* et *A. muricata*) car ils ont une aversion naturelle pour les feuilles de ce genre botanique. La parcelle a été divisée en 5 placettes sur lesquelles les animaux sont transférés de semaine en semaine, de manière à laisser se régénérer le couvert herbacé.

Dans l'association annones/moutons, un comptage de feuilles basses, accessibles aux moutons, a été effectué avant et après passage des animaux.

Les moutons ne consomment pas les feuilles des trois espèces d'annonacées du verger, mais peuvent casser les branches à leur portée en se frottant à la végétation (Figure 5).

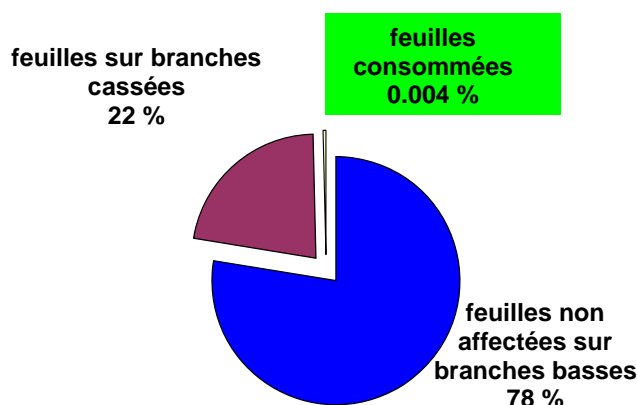


Figure 5 : Pourcentage de feuilles consommées par les moutons pendant 1 semaine

L'introduction des animaux dans le verger ne devrait donc intervenir qu'après une certaine maturité des arbres, estimée à 2 ans.

Le contrôle de l'enherbement par les animaux est efficace, mais les refus doivent tout de même être éliminés régulièrement à la débroussailluse, 2 à 3 fois par an.

### Intégration des volailles dans les vergers

Les volailles sont plus faciles à associer, cependant rares sont les exemples d'associations aux Antilles, du fait de la spécialisation des producteurs. Cette spécialisation permet une meilleure maîtrise technique, mais ne favorise alors pas la diversification des entreprises agricoles, clé d'un fonctionnement agro-écologique de l'agro-système. Nous avons choisi d'étudier un système associant un verger de goyaviers à un élevage combinant des oies et des poulets (Lavigne et al., 2011). Les volailles (oies et poulets) ne provoquent quant à elles aucun dommage aux goyaviers. La parcelle a été subdivisée en 3 placettes pour assurer une rotation hebdomadaire des animaux et reconstituer ainsi le couvert herbacé.



Dans l'association goyaviers/volailles, la biomasse de la strate herbacée et sa composition spécifique ont été suivies au cours du passage des animaux (Figure 6). Si les volailles diminuent bien la biomasse globale de la strate herbacée, on constate que le couvert herbacé ne se reconstitue pas avant le retour des animaux sur la parcelle au cycle suivant. Le temps de repos entre deux cycles de pâturage n'est pas suffisant. On constate également que les volailles sélectionnent la flore qu'elles consomment en favorisant l'extension des cypéracées.

La substitution du couvert végétal spontané par un pâturage dont la composition spécifique aura été choisie dans le but de nourrir les animaux permettrait de réduire la quantité des refus.

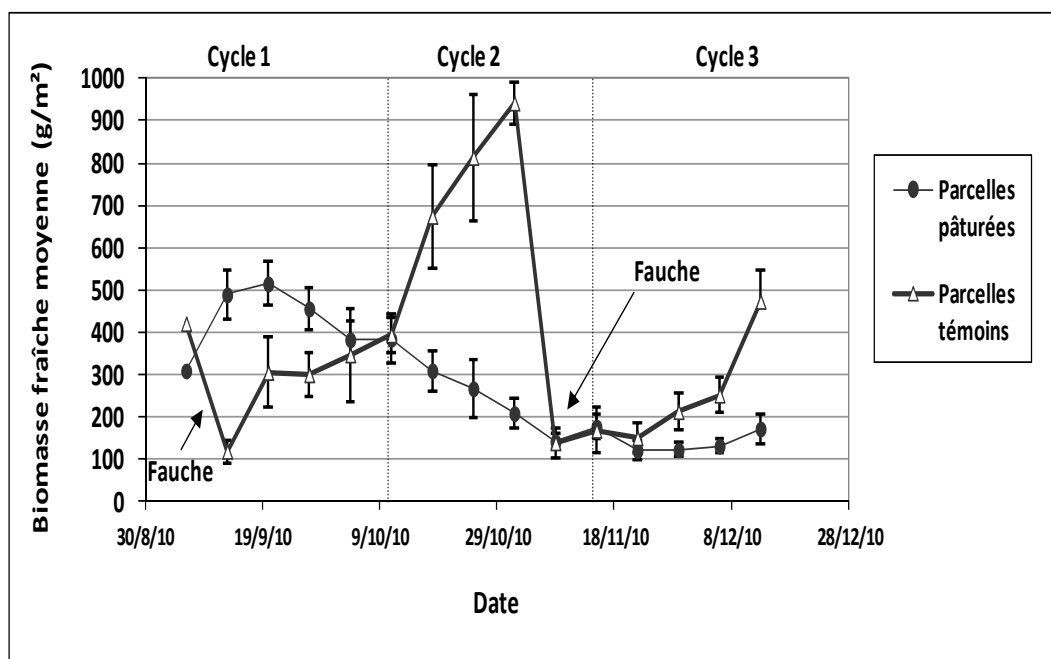


Figure 6 : Les volailles diminuent la biomasse herbacée sur les parcelles pâturées

## Discussion et conclusion

Aux Antilles, le CIRAD a contribué à mettre à la disposition des producteurs de fruits un ensemble de techniques permettant de réduire l'usage des pesticides et d'améliorer de ce fait la durabilité des vergers. La priorité actuelle est la maîtrise de l'enherbement sans utilisation d'herbicides et le maintien d'un couvert végétal. L'objectif de nos expérimentations est en premier lieu de cribler des espèces susceptibles de constituer un couvert vivant, en association avec une culture permanente comme alternative à une conduite sur sol nu et à l'utilisation d'herbicides, techniques néfastes pour l'environnement et la durabilité des systèmes de culture. Il s'agit aussi de réduire la fréquence des opérations de fauche mécanique. Le contrôle des adventices semble difficile à réaliser avec une seule plante de couverture, car aucune espèce ne réunit les qualités demandées dans le cahier des charges. Des études d'association entre plusieurs espèces, genres ou familles de plantes de couverture sont en cours. Cependant, d'autres critères devront être pris en compte. Il s'agit notamment de la capacité de repousse après fauche, de la résistance au piétinement et au roulage, et de la capacité de fixation symbiotique de l'azote. Pour valider la sélection, il sera nécessaire d'étudier les effets de l'association sur le rendement de la culture principale et la qualité de sa production, en évaluant notamment la concurrence pour l'eau et les éléments minéraux ou les effets allélopathiques de la couverture herbacée. De plus, les effets à long terme devront être évalués. Ces effets comprennent la modification

du taux de matière organique du sol, le contrôle du parasitisme, la remontée d'éléments prélevés en profondeur, et le maintien ou l'amélioration de la structure physique du sol.

Les associations entre vergers et animaux ont également l'objectif d'améliorer la durabilité et la rentabilité du système de culture. Un système de culture qui associe animaux et culture pérenne semble prometteur, si l'on choisit judicieusement les espèces animale et végétale qui le constituent. Les modalités de l'association, comme la charge animale ou la durée de séjour des animaux sur la parcelle, doivent être précisées pour chaque situation.

Une combinaison entre toutes ces méthodes, à l'échelle de l'exploitation, devrait permettre une augmentation de la biodiversité et une réduction des apports d'intrants, et favoriser la diversification des productions, qui apparaît comme une voie d'avenir pour les nombreuses exploitations agricoles de petite et moyenne superficie aux Antilles.

### Références bibliographiques

- Arope A.N., Tajudin I.B., Chong D.T., 1985. Sheep rearing under rubber. *Planter* 61, 70-77.
- Dalla Rosa K.R., 1993. Cattle under coconuts: a practical Pacific tradition. Agroforestry for the Pacific Technologies. Paia, Hawaii, USA, Nitrogen Fixing Tree Association.
- Firth D.J., Wilson G.P.M., 1995. Preliminary evaluation of species for use as permanent ground cover in orchards on the north coast of New South Wales. *Tropical Grasslands* 29, 18-27
- Fournet J., Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. CIRAD, Montpellier, France 2002.
- Gervais L., Lavigne C., 2007. Mamey (*Mammea americana* L.) in Martinique island: an inheritance to be developed. *Fruits* 62, 237-246.
- Hipps N.A., Samuelson T.J., 1991. Effects of long-term herbicide use, irrigation and nitrogen fertiliser on soil fertility in an apple orchard. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 55, 377-387.
- Lavigne C., Pancarte C., Bertin Y., Ducelier D., Jannoyer M., 2007. Pruning guava (*Psidium guajava* cv. Beaumont): a friendly method for earlier production in Martinique. Poster Congrès Fruticultura Cuba septembre 2007.
- Lavigne A., Dumbardon-Martial E., Lavigne C., 2011. Les volailles pour un contrôle écologique des adventices dans les vergers. soumis pour publication *Fruits*.
- Marín M., Casassa A., Rincón A., Labarca J., Hernández Y., Gómez E., Vilorio Z., Bracho B. y Martínez J., 2000. Comportamiento de tipos de guayabo (*Psidium guajava* L.), injertados sobre *Psidium friedrichsthalianum* Berg-Niedenzu. *Rev. Fac. Agron.* 17, 384-392
- Marnotte P., 1984. Influence des facteurs agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide. 7ème Coll. Int. Ecol. Biol. et Syst. des Mauvaises Herbes, Paris, France, 183-189.
- Mazorra C., 2006. Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. CIBA- UNICA- ICA. La Habana. 121 p
- OILB, 1997. Guidelines for integrated production of stone fruits in Europe. *Bulletin OILB/SROP* 20, 11-20.
- Ollagnier S., Vittecoq B., 2007. Suivi de la qualité des eaux souterraines de Martinique, campagne de saison des pluies 2006 : Résultats et interprétation. BRGM/RP-55499-FR.